

Étude originale

Caractérisation de l'agrobiodiversité de l'agrosystème aux gènes

Évolution récente de la diversité génétique des riz cultivés (*Oryza sativa* et *O. glaberrima*) en Guinée

Mamadou Billo Barry¹
Aliou Diagne²
Jean-Louis Pham³
Nour Ahmadi⁴

¹ Institut de recherche agronomique de Guinée,
PB 1523,
Conakry
Guinée
<billobarry@hotmail.com>

² Centre du riz pour l'Afrique (Adrao),
BP 2031,
01 Cotonou,
Bénin
<a.diagne@cgiar.org>

³ Institut de recherche pour le développement (IRD),
Unité mixte de recherche (UMR) DIA-PC
(SupAgro-UMRI-INRA-IRD),
BP 64501,
34394 Montpellier cedex 5
<Jean-Louis.Pham@mpl.ird.fr>

⁴ Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad),
Unité propre de recherche (UPR)
« Peuplements de riz »,
Avenue Agropolis,
34398 Montpellier cedex 5
<ahmadi@cirad.fr>

Résumé

La dynamique temporelle de la diversité du riz en Guinée est analysée au niveau national sur la période 1996-2001 et au niveau d'une région naturelle sur la période 1979-2003. Au niveau national, la diversité a été évaluée par enquêtes auprès de 1 697 exploitations réparties dans 79 villages des quatre régions naturelles du pays. Les descripteurs utilisés sont le nombre de variétés connues, le nombre de variétés cultivées, le taux d'utilisation des variétés et les indices de diversité et d'homogénéité de Shannon. L'analyse régionale s'appuie sur deux prospections, 1979 et 2003, dans six villages de Basse Guinée. Les indicateurs de diversité sont les compositions variétales et alléliques de 10 loci microsatellites. Le nombre de variétés par paysan et par village a augmenté entre 1996 et 2001. La diversité variétale est élevée, spécialement en Guinée forestière et en Basse Guinée. Les variétés traditionnelles représentent 80 % du total. Les *nerica* diffusées depuis 1996 ne remplacent pas les variétés traditionnelles ; elles en sont complémentaires. Le taux d'utilisation variétale est faible et hétérogène. Moins de 10 % des variétés sont utilisées par plus de 50 % des exploitations d'un village. Pour la période 1979-2003, les compositions variétales ont évolué substantiellement, le nombre moyen d'allèles par locus et par accession est significativement plus élevé en 2003 et la composition allélique d'accession homonyme est significativement différente entre les deux dates de collecte. Cependant, les allèles spécifiques à chaque date ont une fréquence beaucoup plus faible que les allèles communs aux deux dates de collecte. La stabilité, ou légère augmentation, de la diversité variétale et allélique est probablement liée à la prédominance d'une agriculture de subsistance. Mais des risques de perte de diversité existent. Un suivi continu d'évolution de la diversité permettrait de détecter les évolutions défavorables et d'établir des priorités de conservation.

Mots clés : biodiversité ; Guinée ; ressource génétique ; riz.

Thèmes : productions végétales ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Recent evolution of rice genetic diversity in Guinea

The temporal dynamic of rice diversity was assessed in Guinea at the national level for the period 1996-2001 and at a natural regional level for the period 1979-2003. At the national level, 1,697 farms located in 79 villages of the four natural regions of the country were surveyed. The diversity descriptors used were the number of known and cultivated varieties and the Shannon diversity and evenness index. The regional analysis was based on the comparison of samples collected in six villages of Lower Guinea in 1979 and 2003. The varietal and allelic compositions at 10 microsatellite loci served as diversity descriptors. The number of varieties per farmer and per village slightly increased during the 1996-2001 period. Varietal diversity was high, especially in Forest Guinea and Lower Guinea. The rate of varietal use is however low and heterogeneous. Less than 10% of the varieties are cultivated by more than 50% of the farmers of a village. The recent dissemination of short-duration *nerica* varieties has not caused any reduction of pre-existing varieties as they are complementary to long-duration local varieties. For the 1979-2003 period, the varietal composition in each village evolved substantially. The average number of alleles per locus and per accession was significantly higher in 2003,

Tirés à part : N. Ahmadi

and the allelic composition of homonymous accessions of the two collection dates was significantly different. However, alleles specific to each collection date had much lower frequencies compared to alleles common to the two collection dates. These results suggest that rice genetic diversity in Guinea has been maintained or even enhanced. However, at the village level, the diversity pattern remains fragile as the proportion of farmers who used all of the village varieties was low and heterogeneous. A continuous monitoring of the dynamics of rice varietal diversity in Guinea is needed.

Key words: biodiversity; genetic resources; Guinea; rice.

Subjects: vegetal productions; natural resources and environment.

Le riz occupe plus de 40 % des surfaces cultivées en Guinée. Toutes les formes de riziculture y sont présentes avec une importance variable selon les régions (Boun *et al.*, 2001). Centre de diversification de l'espèce cultivée *O. glaberrima* (Portères, 1950), le pays est un lieu privilégié de conservation *in situ* des riz d'origine africaine (Bezançon, 1995). Depuis des décennies le pays est soumis à un important flux de variétés améliorées. À partir de 1996, une vaste action de diffusion de nouvelles variétés de riz pluvial du type *nerica* (Jones *et al.*, 1997) a été entreprise. L'incidence de ces flux sur le maintien de la diversité des variétés locales de riz est mal connue. L'étude de cette incidence et, plus généralement, celle de l'évolution temporelle de la diversité des espèces cultivées soulève de multiples questions méthodologiques. Elle suppose, notamment, de disposer des mêmes informations sur le niveau et la structure de la diversité au début et à la fin de la période considérée, ce qui est rarement le cas. Par ailleurs, les conclusions de tels suivis dépendent des indicateurs de diversité utilisés. Les études fondées sur la richesse variétale constatent, en général, une diminution du nombre de variétés et concluent à l'érosion génétique (Hammer *et al.*, 1996 ; Peroni et Hanazaki, 2002). Celles, plus rares, fondées sur la diversité moléculaire et intégrant le rapport entre gains et pertes de diversité, ont des conclusions plus nuancées (Tin *et al.*, 2001).

Nous présentons ici une étude de la diversité génétique du riz en Guinée basée sur deux approches complémentaires : une enquête nationale et une étude diachronique fine dans six villages, utilisant différents types d'indicateurs de diversité. Au-delà d'un état des lieux et de la détection de situations à risque, nos résultats apportent des éléments de réponse aux questions méthodologiques

relative à l'étude de l'érosion génétique intraspécifique.

Matériel et méthode

Enquête nationale sur la période 1996-2001

Les méthodes mises en œuvre ont été décrites par Barry (2006). Brièvement, dans chacune des quatre régions du pays, des villages sont sélectionnés sous forme de grappes composées de 1 à 2 villages ayant reçu des variétés *nerica* (village(s) *nerica*) et 2 à 3 villages voisins (village(s) satellite(s)). Le nombre de grappes de villages par région est proportionnel à la taille de la région. Au total, 26 villages *nerica* et 53 villages satellites ont été retenus. Dans chaque village, 10 % des paysans sont enquêtés. Le total s'élève à 1 697 paysans de 79 villages. Dans chaque village, une liste des variétés de riz connues (*Skv*) est établie en groupe de discussion collectif. Puis, les variétés sont classées en type local (traditionnel) et amélioré, ce dernier incluant les *nerica*. Pour chaque paysan, la liste des variétés connues et cultivées sur la période 1996-2001 (*Svp*) est établie. Puis, pour chaque village, chaque année et chaque catégorie de variété, la richesse en variétés cultivées (*Scv*), le nombre moyen de variétés cultivées par paysan (*Scp*) et les indices de diversité (*Hcv*) et d'homogénéité (*Ecv*) de Shannon (Magurran, 1988) sont calculés. Enfin, les listes régionales et nationales de variétés connues (*Skr*) et cultivées (*Scr*) sont établies.

Analyse diachronique 1979-2003

L'approche expérimentale et les méthodes d'analyse de données ont été décrites

par Barry (2006). Brièvement, l'analyse s'appuie sur les prospections de 1979 (Bezançon et Koffi, 1980) et 1982 ; (De Kochko et Koffi, 1982) dans six villages de la Guinée maritime et une prospection de 2003 (Barry, 2006) dans les mêmes villages. Pour les prospections 1979-1982, on dispose de la liste des variétés collectées et de semences en vrac. En 2003, un inventaire des variétés cultivées est établi par discussion de groupe, puis chaque variété est collectée en vrac ; dans un des villages, Kifinda, une liste des variétés cultivées en 1979 a aussi été établie. Pour chaque échantillon, la diversité génétique est caractérisée au niveau de 10 locus microsatellites selon la méthode de Risturrucci *et al.* (2000). Pour chaque village, sauf Kifinda, les variétés analysées sont celles présentes dans le village à la fois en 1979 et 2003. Pour Kifinda, toutes les variétés collectées en 1979 et en 2003 sont analysées.

Résultats

Diversité variétale au niveau village

Le nombre de variétés connues *Skv* et cultivées *Scv* varie significativement selon les régions malgré une grande variabilité intrarégion (*tableau 1*). La Guinée forestière est la plus riche en variétés. Les différences entre régions épousent celles de l'importance et de l'ancienneté de la riziculture. Les variétés locales représentent plus de 70 % des *Skv* et *Scv*. L'indice de diversité de Shannon calculé au niveau village confirme les variations de *Scv*. Les valeurs les plus élevées de *Hcv* sont observées en Guinée forestière et les plus faibles en Moyenne Guinée et Haute Guinée. Le *Scv/Skv* moyen varie de 47 % en Guinée maritime à 70 % en Moyenne

Tableau 1. Nombre de variétés de riz connues et cultivées par village dans les quatre régions naturelles de Guinée.

Table 1. Number of known and cultivated varieties per village in the four regions of Guinea.

	Type de variété	Variétés connues (Skv) 2001	Nombre moyen de variétés cultivées (Scv) par village					
			1996	1997	1998	1999	2000	2001
Basse Guinée (32 villages)	Toutes variétés	24,59b	8,50	9,20	10,30	10,30	10,70	11,88b
	Locale	21,72b	7,00	7,90	8,60	8,70	9,00	10,00b
	Améliorée	2,87a	1,00	1,20	1,60	1,60	1,70	1,80b
	Nerica	0,56b	0,00	0,10	0,20	0,20	0,30	0,30a
Moyenne Guinée (12 villages)	Toutes variétés	10,5d	5,60	5,70	5,70	6,30	6,80	7,91c
	Locale	8,47c	5,20	5,20	5,00	5,70	5,90	6,20d
	Améliorée	2,01a	0,30	0,50	0,70	0,70	0,80	1,60b
	Nerica	0,75b	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20	0,80a
Haute Guinée (18 villages)	Toutes variétés	16,39c	7,50	7,30	8,70	9,10	9,60	11,28b
	Locale	11,89c	6,50	6,50	7,10	6,80	7,20	7,60c
	Améliorée	4,50a	0,70	0,80	1,60	2,30	2,40	3,60a
	Nerica	1,33b	0,00	0,00	0,60	1,20	1,30	1,20a
Guinée forestière (17 villages)	Toutes variétés	32,06a	13,30	15,50	17,40	18,10	18,90	20,26a
	Locale	27,06a	11,80	11,80	14,20	15,00	15,60	15,90a
	Améliorée	5,01a	1,10	2,60	3,20	3,20	3,20	3,20a
	Nerica	3,12a	0,00	1,40	1,80	1,70	1,70	1,80a

Les variétés améliorées incluent les *Nerica*. Pour une catégorie donnée de variété, les moyennes (Moy) de nombre de variétés connues ou cultivées suivies d'une même lettre (a, b, c ou d) ne sont pas significativement différentes.

Guinée. Cette proportion est bien plus importante pour les variétés améliorées, de 62 % en Guinée maritime, jusqu'à 80 % en Haute Guinée.

Entre 1996 et 2001, la *Scv* a augmenté de 39 à 51 % selon les régions. La *Scv* des variétés améliorées a progressé beaucoup plus vite (100 à 400 %) que la *Scv* totale. La diffusion des *nerica*, inexistantes en 1996 et représentant plus de 50 % des variétés améliorées en 2001, a fortement contribué à cette progression rapide.

Le nombre de variétés cultivées par paysan (*Scp*) varie significativement ($P < 0,001$) selon les régions (tableau 2). Il y a aussi une forte variabilité intrarégionale. Les rapports *Scp/Scv* sont faibles, 20 à 34 %, et peu variables quand toutes les variétés sont prises en compte ; ils sont plus grands et plus variables selon les régions lorsque l'on considère les variétés améliorées séparément. L'indice d'homogénéité d'utilisation *Ecv* est souvent très inférieur à 1, indiquant une grande variabilité du nombre de paysans qui cultivent chaque variété du village. Les différences régionales de *Ecv* sont significatives ($P < 0,05$) ; les valeurs les plus élevées sont observées en Guinée maritime.

Distribution régionale et nationale de la diversité

Le total des variétés connues et cultivées des 79 villages s'élève respectivement à 669 et 387. Le ratio *Scn/Skn* est de 58 % à l'échelle nationale et varie de 52 à 70 % selon les régions. Dans chaque région, il existe 3 ou 4 variétés cultivées dans plus de 50 % des villages. Les variétés locales constituent 70 à 85 % des 20 variétés de notoriété régionale. Les variétés *nerica* n'en représentent que 5 à 10 %. Seulement 8 variétés sont présentes dans plus d'une région, et seulement 3 d'entre elles sont présentes dans les quatre régions et sont cultivées par plus de 10 % des exploitations. Parmi les 20 variétés les plus cultivées au niveau national, 5 sont des variétés améliorées dont 2 des *nerica*.

Analyse diachronique 1979-2003

Évolution de la composition variétale

Le nombre total de variétés collectées dans chaque village en 2003 est, en moyenne, supérieur de 46 % par rapport à la collecte 1979 (tableau 3). Mais cette moyenne recouvre une grande variabilité

selon les villages (- 36 à 130 %), l'espèce (- 21 % pour *O. glaberrima*, 65 % pour *O. sativa*) et l'écosystème rizicole (6 % en culture pluviale et 84 % en culture inondée). Dans chaque village, au moins une variété commune ou homonyme aux deux dates de prospection (et au total 12 variétés homonymes) a été identifiée. Dans le village de Kifinda, 23 variétés ont été inventoriées en 2003 et 20 d'entre elles ont été collectées, contre 19 en 1979 selon notre enquête rétrospective de 2003. Parmi ces dernières, 50 % seulement ont été collectées en 1979. Parmi les variétés des deux prospections, seulement deux sont homonymes. La seule variété *O. glaberrima* présente en 1979 a été abandonnée.

Diversité génétique

Pour les 12 accessions 1979, le nombre d'allèles par locus (*Na*) et par accession est de 1,62 contre 2,78 pour les 21 accessions 2003. La différence est hautement significative ($P < 0,0001$) après la prise en compte de la taille des échantillons. Le *Na* des accessions 2003 est, dans 80 % des cas, significativement supérieur à celui de leurs homonymes de 1979. La différenciation génétique entre accessions des deux prospections (tableau 4) est faible mais

Tableau 2. Taux d'utilisation et index de diversité variétale en 2001 calculés au niveau village dans les quatre régions naturelles de Guinée.

Table 2. Usage rate of varieties and diversity index in 2001 calculated at the village level for the four regions of Guinea.

	Type de variété	Scv	Scp		Hcv		Ecv		Scf/Scv
			Moy	SD	Moy	SD	Moy	SD	
Basse Guinée	Toutes variétés	11,88b	2,44b	1,17	1,94b	0,38	0,69b	0,12	0,21
	Locale	10,00b	2,05b	1,08	2,01a	0,35	0,65b	0,11	0,21
	Améliorée	1,80b	0,43a	0,48	0,60a	0,37	0,40a	0,10	0,24
	<i>Nerica</i>	0,30a	0,06a	0,13	0,35b	0,40	0,45a	0,09	0,20
Moyenne Guinée	Toutes variétés	7,91c	1,65c	0,74	1,79c	0,26	0,79a	0,08	0,21
	Locale	5,80c	1,06c	0,75	1,35c	0,25	0,75a	0,09	0,14
	Améliorée	1,60b	0,62a	0,54	0,52a	0,41	0,72b	0,15	0,39
	<i>Nerica</i>	0,80a	0,22a	0,28	0,41b	0,35	0,65a	0,16	0,28
Haute Guinée	Toutes variétés	11,88b	2,98b	1,02	2,19b	0,30	0,81a	0,11	0,25
	Locale	7,60c	2,13b	0,45	1,75c	0,30	0,83a	0,10	0,28
	Améliorée	3,60a	0,66a	0,36	0,82a	0,35	0,76a	0,15	0,18
	<i>Nerica</i>	1,20a	0,42a	0,28	0,65a	0,27	0,61a	0,90	0,35
Guinée forestière	Toutes variétés	20,76a	4,44a	2,58	2,57a	0,36	0,69b	0,15	0,21
	Locale	15,90a	3,48a	1,80	2,21a	0,35	0,65b	0,16	0,22
	Améliorée	3,20a	0,20a	0,29	0,75a	0,29	0,34b	0,21	0,06
	<i>Nerica</i>	1,80a	0,28a	0,39	0,63a	0,31	0,41b	0,20	0,16

Les variétés améliorées incluent les *Nerica*.

Scv : nombre de variétés cultivées par village ; Scp : nombre de variétés cultivées par paysan ; Hcv : indice de diversité de Shannon pour les variétés cultivées par village ; Ecv : indice d'homogénéité de distribution de Shannon pour les variétés cultivées par village.

Pour une catégorie donnée de variété les moyennes (Moy) des paramètres calculés suivies d'une même lettre (a, b, c ou d) ne sont pas significativement différentes ($p < 0,001$). SD : standard deviation, écart type.

Tableau 3. Nombre de variétés inventoriées dans les six villages de Guinée maritime lors des prospections 1979 et 2003.

Table 3. Number of rice varieties inventoried in six villages of Maritime Guinea during two collection campaigns in 1979/82 and 2003.

Village	Écosystème	Espèces	Nombre de variétés inventoriées			Évolution du nombre de variétés inventoriées (%)	
			1979	2003	Nombre de variétés communes 1979-2003	Village	Écosystème
Kaboguessy	Inondé	OS	10	16	3	+ 54,5	+ 84,4
		OG	1	1	1		
Kibola	Inondé	OS	10	18	1	+ 72,7	
		OG	1	1	0		
Kifinda	Inondé	OS	9	23	1	+ 130,0	
		OG	1	0	1		
Boffa	Pluvial	OS	11	15	1	+ 30,8	+ 6,5
		OG	2	2	1		
Meyenkhouré	Pluvial	OS	3	5	1	+ 28,6	
		OG	4	4	1		
Thia	Pluvial	OS	6	4	0	- 36,4	
		OG	5	3	1		
Moyenne		OS	8,17	13,50		+ 65,3	
		OG	2,33	1,83		- 21,4	
Total			63,00	92,00		+ 46,0	

OS : *Oryza sativa* ; OG : *Oryza glaberrima*.

Tableau 4. Distribution du F_{ST} des paires d'accessions homonymes.

Table 4. Distribution of F_{ST} of homonymous pairs of accessions.

Périodes de collecte comparées	Nombre de paires d'accessions comparées	Nombre de F_{ST} dans différentes classes de différenciation génétique (a)				Nombre de F_{ST} significatifs	Moyenne de F_{ST}
		< 0,05	0,05 à 0,15	0,16 à 0,25	> 0,25		
1979 & 2003	21	0	3	1	17	17	0,494
2003 & 2003	12	2	2	2	6	6	0,206

(a) : Wright (1978) propose la classification suivante de valeurs de F_{ST} : $0 < F_{ST} < 0,05$: faible différenciation génétique entre les deux populations ; $0,05 < F_{ST} < 0,15$, différenciation moyenne ; $0,15 < F_{ST} < 0,25$ différenciation importante ; $F_{ST} > 0,25$, différenciation très importante.

significative ($F_{ST} = 0,047$; $P < 0,0001$). Plus de 90 % des F_{ST} par paire d'accessions homonymes 1979-2003 sont significativement différents de zéro et dans 80 % des cas la différenciation génétique est très élevée : $F_{ST} > 0,25$. La composition allélique des 12 paires de variétés homonymes indique que, en moyenne, 47 % des allèles inventoriés aux 10 loci sont communs aux deux dates, 14 % sont spécifiques de 1979 et 39 % spécifiques de 2003. Cependant, les allèles spécifiques de chaque date ont une fréquence faible, au plus 20 %, alors que 80 % des allèles communs ont une fréquence supérieure à 20 %.

Discussion

Le nombre de variétés enregistrées par paysan - de 0 à plus de 10 - et par village - plusieurs dizaines - est comparable à celui qui est observé en Asie (Pham *et al.*, 2002). La plus grande diversité observée en Guinée maritime et en Guinée forestière indique que celle-ci est étroitement liée à l'ancienneté et à l'importance du riz dans les systèmes de production et les habitudes alimentaires. La proportion élevée de variétés locales aux différentes échelles d'analyse reflète la prédominance de systèmes de production de subsistance à faible niveau d'intensification. Le nombre de variétés par paysan et par village semble avoir augmenté sur la période 1996-2001. Pour les variétés locales, le phénomène explicatif est très probablement la méthode d'enquête qui s'appuie sur la mémoire des paysans. Pour les variétés améliorées, au phénomène de mémoire s'ajoute l'action vigoureuse de diffusion entreprise à partir de 1996, en particulier pour les *nerica*. À l'échelle temporelle de notre étude, l'adoption de variétés améliorées n'entraîne pas l'aban-

don des variétés locales. Il ne semble pas y avoir de concurrence entre les deux types de variétés, mais plutôt complémentarité. Celle-ci serait liée au cycle court des variétés améliorées qui permet une récolte précoce pour la période de soudure, donne plus de flexibilité au calendrier cultural et permet d'augmenter les surfaces cultivées en riz dans l'exploitation. Le cycle court permet aussi d'élargir l'aire de production à des zones de plus courte saison des pluies. Ce phénomène est particulièrement fréquent en moyenne Guinée où grâce aux variétés à cycle court le riz pluvial a pu être intégré dans des systèmes de culture à base de pomme de terre. Les variétés améliorées ne semblent donc pas être une menace pour le maintien de la diversité mais plutôt une source d'enrichissement.

L'analyse diachronique 1979-2003 conduit elle aussi au constat du maintien, sinon de l'augmentation de la diversité. L'importance de cette augmentation doit cependant être considérée avec précaution, en particulier pour le nombre de variétés. En effet, la fiabilité des enquêtes rétrospectives est limitée et la prospection 1979 était davantage tournée vers la collecte de la diversité régionale que vers l'inventaire fin à l'échelle village réalisé en 2003. Les résultats relatifs à la diversité allélique et la différenciation génétique au cours du temps pourraient eux aussi être attribués, au moins en partie, aux différences de méthodes d'échantillonnage. Mais d'autres facteurs ont aussi joué un rôle, en particulier les échanges de variétés locales et améliorées entre villages voisins, l'introduction de nouvelles variétés améliorées, les pratiques culturelles favorables aux mélanges et l'augmentation constante de surfaces rizicultivées, donc de la taille des populations (Barry, 2006). Il semble donc qu'en Guinée maritime la diversité génétique du riz se maintient, voire s'enrichit. Ce constat corrobore les résul-

tats d'une étude menée sur l'évolution de la diversité des mils et sorghos au Niger (Bezançon *et al.*, 2005).

Conclusion

Si nos résultats vont à l'encontre d'une vision souvent alarmiste de l'érosion génétique des plantes cultivées, des vulnérabilités et situations à risque ont aussi été détectées. La vulnérabilité est liée au taux d'utilisation faible et hétérogène des variétés. Plus de 80 % des variétés sont cultivées par 5 à 20 % des paysans seulement. Le phénomène semble ancien (Barry, 2006) ; il est généralement attribué à la diversité des objectifs et des contraintes de production des paysans (Bellon, 1996). Une évolution positive de l'environnement de production pourrait donc entraîner une perte rapide de diversité. Une connaissance plus précise du rôle de la diversité à différentes échelles de gestion (village, exploitation, champ) nous semble nécessaire pour prévenir les pertes de diversité liées à l'amélioration de l'environnement de production. Une situation à risque clairement identifiée est celle de la dégradation des sols, liée à une forte pression sur les terres ; le riz pluvial n'est alors plus cultivé chaque année ou est complètement abandonné au profit de cultures moins exigeantes (Barry *et al.*, 2007) : faute d'être cultivées, les variétés disparaissent. Un suivi continu de ces dynamiques semble nécessaire pour entreprendre des mesures de sauvegarde. ■

Références

Barry MB. *Diversité génétique des riz cultivés en Guinée maritime : dynamique des variétés traditionnelles et conservation in situ des ressources génétiques*. Thèse, Ensa, Rennes, 2006.

Barry MB, Pham JL, Courtois B, Billot C, Ahmadi N. Rice genetic diversity at farm and village levels and genetic structure of local varieties reveal need for in situ conservation. *Genet Resour Crop Evol* 2007 ; 54 : 1675-90.

Bezançon G. Riziculture traditionnelle en Afrique de l'Ouest : valorisation et conservation des ressources génétiques. *JATBA Revue d'Ethnobiologie* 1995 : 3-23.

Bezançon G, Koffi G. *Prospection des riz africains. Campagne 1979*. Rapport de mission de prospection en Guinée, 15/11-30/12/1979. Montpellier : Orstom éditions, 1980.

Bezançon G, Mariac C, Pham JL, et al. How does agrobiodiversity respond to global change? Assessing changes in the diversity of pearl millet and sorghum landraces in Niger between 1976 and 2003. In : DIVERSITAS, ed. *Integrating biodiversity science for human well-being*. First Diversitas Open Science Conference, Oaxaca, Mexico, 9-12 November 2005. Oaxaca (Mexique) : Diversitas-France, 2006 (*céderom*).

Bellon MR. The dynamics of crop infraspecific diversity : A conceptual framework at the farmer level. *Econ Bot* 1996 ; 50 : 26-39.

Boun TL, Souaré D, Bah ES, Bayo L. *Analyse diagnostique des systèmes de production de riz en Guinée*. Rapport de synthèse. Conakry : Programme d'appui à la sécurité alimentaire (Pasal), 2001.

De Kochko A, Koffi G. *Prospection des variétés traditionnelles et des espèces sauvages de riz en république de Guinée*, 17/11- 22/12/1982. Montpellier : Orstom éditions, 1982.

Hammer K, Knupffer H, Xhuvelli L, et al. Estimating genetic erosion in landraces - two case studies. *Genet Resour Crop Evol* 1996 ; 43 : 329-36.

Jones MP, Dinkuhn M, Aluko GK, et al. Inter-specific *Oryza sativa* L / *O. glaberrima* Steud progenies in upland rice improvement. *Euphytica* 1997 ; 92 : 237-46.

Magurán AE. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton (New Jersey, États-Unis) : Princeton University Press, 1988.

Pham JL, Morin SR, Sebastian LS, et al. Rice, farmers and genebanks : a case study in the Cagayan valley, Philippines. In : Engels JMM, Brown AHD, Jackson MT, eds. *Managing plant genetic resources*. London : CAB International, 2002.

Porters R. Vieilles agricultures de l'Afrique tropicale : centre d'origine, de diversification variétale primaire et berceau de l'agriculture antérieure au XVI^e siècle. *Agron Trop* 1950 ; 44 : 165-78.

Peroni N, Hanazaki N. Current and lost diversity of cultivated varieties, specially cassava, under swidden cultivation systems in the Brazilian Atlantic Forest. *Agric Ecosyst Environ* 2002 ; 92 : 171-83.

Risterucci AM, Grivet L, N'goran JAK, et al. A high density linkage map of *Theobroma cacao* L. *Theor Appl Gene* 2000 ; 101 : 1176-82.

Tin HQ, Berg T, Bjørnstad A. Diversity and adaptation in rice varieties under static *ex situ* and dynamic *in situ* management. *Euphytica* 2001 ; 122 : 491-502.